

BAB XII

DISKUSI DAN KESIMPULAN

XII.1. Diskusi

Pendirian Pabrik *Levulinic Acid* dengan Proses *Biofine* pada Tekanan Tinggi ini didasarkan pada kebutuhan produk intermediet berupa *levulinic acid* dalam jumlah besar oleh pabrik bahan bakar dan poliuretan. Selain itu, industri di Indonesia yang membutuhkan *levulinic acid* masih melakukan impor. Hal ini disebabkan karena belum terdapat industri penghasil *levulinic acid* di dalam negeri, sehingga berdirinya pabrik ini diharapkan mampu memenuhi kebutuhan *levulinic acid* dalam negeri dan mengurangi nilai impor.

Kebutuhan bahan baku untuk pembuatan *levulinic acid* adalah dari biomassa. Biomassa mengandung selulosa yang kemudian akan dihidrolisa dengan metode *biofine* untuk menghasilkan *levulinic acid*. Pada pabrik ini digunakan biomassa berupa ampas tebu, karena kandungan selulosanya yang tinggi dan juga ketersediannya yang melimpah di Indonesia.

Kelayakan Pabrik *Levulinic Acid* dengan Proses *Biofine* pada Tekanan Tinggi ini dapat dilihat dari beberapa faktor sebagai berikut:

- Segi Proses dan Produk yang Dihasilkan

Ditinjau dari segi produk yang diperoleh dan mekanisme proses yang dilakukan, *levulinic acid* dapat menyesuaikan standar yang dimiliki oleh produk *levulinic acid* impor, ditinjau dari kemurniannya dengan mekanisme proses yang menghasilkan *levulinic acid* dengan *yield* yang tinggi.

- Segi Bahan Baku

Pabrik *levulinic acid* ini menggunakan bahan baku berupa ampas tebu. Limbah ini dihasilkan dalam jumlah yang besar di Indonesia, sehingga ketersediaan bahan baku ampas tebu ini dapat memenuhi kebutuhan produksi pabrik,

- Segi Lokasi

Pabrik akan didirikan di Wongsorejo, Kabupaten Banyuwangi, dengan pertimbangan lokasi yang dekat dengan sumber air (sungai Bajulmati) dan penyedia bahan baku berupa ampas tebu.

- Segi Ekonomi

Untuk mengetahui sejauh mana kelayakan Pabrik *Levulinic Acid* dengan Proses *Biofine* pada Tekanan Tinggi ini bila ditinjau dari segi ekonomi, maka dilakukan analisa ekonomi dengan metode *Discounted Cash Flow*. Hasil analisa tersebut menyatakan:

- Waktu pengembalian modal (POT) sebelum pajak adalah 4 tahun 7 bulan 16 hari.
- Waktu pengembalian modal (POT) sesudah pajak adalah 5 tahun 8 bulan 12 hari.
- *Break Even Point* sebesar 43%.

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa Prarencana Pabrik *Levulinic Acid* dengan Proses *Biofine* pada Tekanan Tinggi ini layak untuk dilanjutkan ke tahap perencanaan, baik dari segi teknis maupun ekonomis.

XII.2. Kesimpulan

Pabrik : *Levulinic Acid* dengan Proses *Biofine* pada Tekanan Tinggi

Kapasitas : 37.621.380 kg *levulinic acid*/tahun

Bahan baku : Ampas tebu

Sistem operasi : Kontinyu

Utilitas

- Air : 1.837,02 m³/hari
- Listrik : 2.230,02 kW/hari
- Bahan bakar : 22,65 m³/tahun

Jumlah tenaga kerja : 125 orang

Lokasi pabrik : Kecamatan Wongsorejo, Kabupaten Banyuwangi
Jawa Timur

Analisa ekonomi dengan Metode *Discounted Flow*

- *Rate of Return* (ROR) sebelum pajak : 19,33%
- *Rate of Return* (ROR) sesudah pajak : 13,11%
- *Rate of Equity* (ROE) sebelum pajak : 31,98%
- *Rate of Equity* (ROE) sesudah pajak : 23,60%
- *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak : 4 tahun 7 bulan 15 hari

- *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak : 5 tahun 8 bulan 12 hari
- *Break Even Point* (BEP) : 43%

DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba. *Equipment Price*. 2013. <http://www.alibaba.com>. Diakses pada 12 Desember 2013.
- Amelia. 2012. *Ion Exchanger of Technology by BMD Street Consulting*. <http://www.slideshare.net/sky26amelia/ion-exchanger-of-technology-by-bmd-street-consulting#btnNext>. Diakses tanggal 3 Desember 2013
- Analytyka. 2013. *Levulinic Acid*. <http://www.analytyka.com.mx/tabla%20periodica/MSDS/acidos/LEVULINIC%20ACID.htm>. Diakses tanggal: 1 Maret 2013.
- Andriyanti, W., Suyanti & Ngasifudin 2012. Pembuatan dan Karakterisasi Polimer Superabsorben dari Ampas Tebu. 13, 1-7.
- Antara. 2012. Kementan: Produksi Gula Nasional Terhambat Masalah Lahan. Available: <http://id.berita.yahoo.com/kementan-produksi-gula-nasional-terhambat-masalah-lahan-091812049--finance.html>. Diakses tanggal: 25 Februari 2013.
- Arkema, 2013. *Sulfuric acid safety data sheet*. <http://www.arkema-inc.com/msds.cfm>. Diakses tanggal 20 September 2013.
- ASME. 2013. *Design Rules for Jacketed Vessels*. ASME Section VIII, division 2, part 4.11.
- Baroutian, S. Aroua, M.K., Raman, A.A.A., Sulaiman, N.M.N. 2008. *Density of Palm Oil-Based Methyl Ester*. Journal of Chemical Engineering Data. 53(3), 877-880.
- Bowman, M. 2013. *Air change rates*. <http://web.fscj.edu/Mark.Bowman/handouts/Air%20Change%20Rates.pdf>. Diakses tanggal 10 Januari 2013.
- Brown, H.C., McDaniel, D.H., Hafliger, O, in Braude, E.A. and Nachod, F.C., *Determination of Organic Structures by Physical Methods*, Academic Press, New York, 1955.
- Brownell, L.E. dan Young, E.H., "Process Equipment Design", John Wiley & Sons, Inc., 1959

- Camacho, F., Gonzalez-Tello, P., Jurado, E., Robles, A. 1996. Microcrystalline-Cellulose Hydrolysis with Concentrated Sulphuric Acid. *J. Chem. Tech. Biotechnol.* 67,350-356.
- Chalid, M. 2012. *Levulinic Acid as a Renewable Source for Novel Polymer*. University of Groningen.
- Christie, W.W. 1993. *Preparation of ester derivatives of fatty acids for chromatographic analysis*. *Advances in Lipid Methodology*, 69-111. Oily Press: Dundee
- Curtin, T., McMonagle, J.B., Hodnett, B.K. 1991. *Rearrangement of cyclohexanone oxime to caprolactam over solid acid catalysts*. *Studies in Surface Science and Catalysis*. 59,531-538.
- Dakar, M. 2013. *Challenges of Ethanol Production from Lignocellulosic Biomass*. <http://www.katzen.com/ethanol101/Lignocellulosic%20Biomass.pdf>. Diakses tanggal 18 Oktober 2013.
- Demers, A., Doane, R., Guzman, S. & Pagano, R. 2009. *Enzymatic Hydrolysis of Cellulosic Biomass for the Production of Second Generation Biofuels*. Bachelor of Science.
- Demirbas, A. 2001. *Biomass resource facilities and biomass conversion processing for fuels and chemicals*. *Energy Conversion and Management*. 42(11), 1357-1378.
- Ehrnrooth, E.M.L. 1984. Change in pulp fibre density with acid-chlorite delignification. *Journal of Wood Chemistry and Technology*. 4(1),91-109
- Elykurniati. 2010. Pengendapan Koloid pada Air Laut dengan Proses Koagulasi-Flokulasi secara Batch. Fakultas Teknoligi Industri, Universitas Pembangunan Nasional Jawa Timur.
- Encinar, J.M., Pardal, A., Martinez, G. 2012. *Transesterification of rapeseed oil in subcritical methanol conditions*. *Fuel Processing Technology*. 94(1), 40-46.
- Energi dan Sumber Daya Mineral KESDM. Available: http://www.esdm.go.id/publikasi/indonesia-energy-outlook/ringkasan-eksekutif/doc_download/1255-ringkasan-eksekutif-indonesia-energy-outlook-2010.html. Diakses tanggal: 23 Februari 2013.

- Erner, W. E. *Synthetic liquid fuel and fuel mixtures for oil-burning devices*. US patent 4,364,743, 1982.
- Fabos V, Koczó G, Mehdi H, Boda L, Horváth IT. *Bio-oxygenates and the peroxide number: a safety issue alert*. *Energy Environ Sci* 2009;2:767–9.
- GEA. 2013a. Nozzle separator DA 45-01-026. <http://www.westfalia-separator.com/products/product-finder/product-finder-detail/product/nozzle-separator-da-45-01-026.html>. Diakses tanggal 26 November 2013.
- Geankoplis, "Transport Processes and Separation Process Principles", 4 ed, Prentice Hall, New Jersey, 2003.
- Girisuta, B. 2007. *Levulinic Acid from Lignocellulosic Biomass*. University of Groningen.
- H.Perry, R. & W.Green, D. 1999. *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, Mc. Graw Hill.
- Harris, E.E. 1949. *Wood Saccharification Advances in Carbohydrate Chemistry*. Academic Press, New York, 153-188
- Hayes, D. J., Ross, J., Hayes, M. H. B. & Fitzpatrick, S. 2008. *Biorefineries-Industrial Processes and Products: Status Quo and Future Directions*, Weinheim, German, Wiley-VCH Verlag GmbH.
- Horváth IT, Mehdi H, Fabos V, Boda L, Mika LT. C-valerolactone-a sustainable liquid for energy and carbon-based chemicals. *Green Chem* 2008;10:238–42.
- Hoydonckx, H.E., Rhijn, W.M.N., Rhijn, W.V, Vos, D.E.D., Jacobs, P.A. 2007. Furfural and Derivatives. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*.
- Izard, E. F.; Salzberg, P. L. *Levulinic acid esters and their preparation*. US patent 2,004,115, 1935.
- LaForge, F.B., Hudson, C.S., 1918. *The preparation of several useful substances from corn cobs*. *J. Ind. Eng. Chem.* 10, 925–927.
- Lawson, W. E. *Esters of higher aliphatic alcohols*. US patent 2,015,077, 1935.
- Lawson, W. E.; Salzberg, P. L. *Levulinic acid ester*. US patent 2,008,720, 1935.
- Lewkowski, J. 2001. *Synthesis, chemistry and applications of 5-hydroxymethylfurfural and its derivatives*. *Arkivoc*, 17-54.

- Liessmann, G.; Schmidt, W.; Reiffarth, S. *Data compilation of the Saechsische Olefinwerke Boehlen, Germany*, p. 59 (1995)
- McKenzie, B.F. 1941. *Levulinic Acid*. Organic Syntheses. 1:335.
- Nandiwale, K.Y., Niphadkar, P.S., Deshpande, S.S., Bokade, V.V. 2013. *Esterification of renewable levulinic acid to ethyl levulinate biodiesel catalyzed by highly active and reusable desilicated H-ZSM-5*. Journal of Chemical Technology and Biotechnology. 88(11),
- Nasirzadeh K, Zimin D, Neueder R, Kunz W. *Vapor-pressure measurements of liquid solutions at different temperatures: apparatus for use over an extended temperature range and some new data*. J Chem Eng Data 2004;49:607–12.
- Nusca, A. 2011. In 'supercritical hydrolysis,' a new process for biofuels [Online]. Available: http://news.cnet.com/8301-11128_3-20112219-54/in-supercritical-hydrolysis-a-new-process-for-biofuels/. Diakses tanggal: 8 Maret 2013.
- Olah, G.A., Marinez, E., Torok, B., Prakash, G.K.S. 1999. *Acid-catalyzed isobutane-isobutylene alkylation in liquid carbon dioxide solution*. Catalysis Letters, 61(3-4), 105-110.
- Olanrewaju, K.B. 2012. *Reaction Kinetics of Cellulose Hydrolysis in Subcritical and Supercritical water*. PhD diss., University of Iowa.
- Parameswaran Binod, K.U. Janu, Raveendran Sindhu, Ashok Pandey, *Hydrolysis of Lignocellulosic Biomass for Bioethanol Production*. In Ashok Pandey, Christian Larroche, Steven C Ricke, Claude-Gilles Dussap, Edgard Gnansounou, editors: *Biofuels*, Burlington: Academic Press, 2011, pp. 229-250.
- PCL. 2013. Flue gas properties table-density, viscosity. <http://www.pipeflowcalculations.com/tables/flue-gas.php>. Diakses tanggal 23 Oktober 2013.
- PDIESDM. 2010. *Indonesia Energy Outlook 2010* [Online]. Jakarta: Pusat Data dan Informasi.
- Perry, R.H., "Perry Chemical Engineer's Handbook", 7 ed, D.W. Green, The Mc.Graw-Hill Companies, Singapore, 2001.

- Peters, M. S. & Timmerhause, K. D. 1991. *Plant Design and Economics For Chemical Engineers*, United States of America, The McGraw-Hill Companies.
- PLN Jawa Timur. 2013. Tarif Dasar Listrik untuk Keperluan Industri. <http://pln-jatim.co.id/red/?m=tdl2&p=industri>. Diakses tanggal 15 Desember 2013.
- Purba, A. 2013. UMK Banyuwangi Diusulkan Sebesar Rp 1.240.000. <http://jaringnews.com/politik-peristiwa/umum/51584/umk-banyuwangi-diusulkan-sebesar-rp->. Diakses tanggal 1 November 2013.
- Putra, I.R. 2013. Dahlan tetapkan pembangunan pabrik gula terbesar di Indonesia. <http://www.merdeka.com/uang/dahlan-tetapkan-pembangunan-pabrik-gula-terbesar-di-indonesia.html>. Diakses tanggal 1 November 2013.
- Ren, Q., Huang, Y. Ma, H. Wang, F., Gao, J., Xu, J. 2013. *Conversion of Glucose to 5-Hydroxymethylfurfural Catalyzed by Metal Halide in N,N-Dimethylacetamide*. BioResources. 8(2), 1563-1572.
- Rosatella, A.A., Simeonov, S.P., Frade, R.F.M., Afonso, C.A.M. 2011. *5-Hydroxymethylfurfural (HMF) as a building block platform: Biological properties, synthesis and synthetic applications*. Green Chemistry, 2011. 13, 754-793.
- Rumah dan Properti. 2013. Tanah dijual, Banyuwangi. <http://www.rumahdanproperti.com/tanah/t37633.aspx>. Diakses tanggal: 15 Desember 2013.
- Sasaki, M., Fang, Z., Fukushima, Y., Adschiri, T. & Arai, K. 2000. *Dissolution and Hydrolysis of Cellulose in Subcritical and Supercritical Water*. American Chemical Society, 39, 2883-2890.
- Sasaki, M.; Adschiri, T.; Arai, K., *Production of cellulose II from native cellulose by near- and supercritical water solubilization*. J.Agric.Food Chem. **2003**, 51, 5376-5381.
- SCL. 2002. Sulfuric Acid Technical Bulletin. http://www.ccc-group.com/uploads/CCC%20Process%20Diagrams/Acid_Electronic_copy.pdf. Diakses tanggal 27 November 2013.

- Slette, J. dan Wiyono, I.E. 2013. Indonesia Biofuels Annual 2013. http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Jakarta_Indonesia_7-15-2013.pdf. Diakses tanggal 21 September 2013.
- Smith, J.M., Van Ness, H.C., Abbott, M.M., "Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics", 7th ed, McGraw-Hill Higher Education., New York, 2005.
- Tao, F., Song, H., Chou, L. 2011. *Catalytic conversion of cellulose to chemicals in ionic liquid*. Carbohydrate Research 346(1),58-63
- Texaco. *Ethyl levulinate D-975 Diesel Additive Test Program*; Texaco/NYSERDA/Biofine Inc.: Glenham, NY, June 2000.
- Thomas D. G., 1965, Transport characteristics of suspension: Viii. a note on the viscosity of Newtonian suspensions of uniform spherical particles, J. Colloid Sci., 20, 267–277.
- Timokhin, B. V.; Baransky, V. A.; Eliseeva, G. D., Levulinic Acid in Organic Synthesis. *Russ. Chem. Rev.* **1999**, 68 (1), 73-84.
- Ulrich, G.D., "A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics", John Wiley & Sons, Inc., Canada, 1984
- Uniongas. 2013. Chemical Composition of Natural Gas. <http://www.uniongas.com/about-us/about-natural-gas/Chemical-Composition-of-Natural-Gas>. Diakses tanggal 29 Oktober 2013.
- Upare, P.P., Lee, J.-M., Hwang, D.W., Halligudi, S.B., Hwang, Y.K., Chang, J.-S. 2011. *Selective hydrogenation of levulinic acid to γ -valerolactone over carbon-supported noble metal catalyst*. Journal of Industrial and Engineering Chemistry. 17(2), 287-292.
- Wenzl, H.F.J., 1970. Chapter IV: The Acid Hydrolysis of Wood the Chemical Technology of Wood. Academic Press, New York, pp. 157–252.
- Wijanarko, A., Abadi, A., Santoso, B. 2013. Perancangan awal pabrik polyurethane berbasis minyak jarak di indonesia. Jurnal Teknologi. 2, 109-113
- Wischnewski, B. 2013. *Calculation of thermodynamic state variables of nitrogen*. http://www.peacesoftware.de/einigewerte/stickstoff_e.html. Diakses tanggal 25 Oktober 2013.

- Xiang, Q., Lee, Y. Y., Petterson, P. O. & Torget, R. W. 2003. *Heterogeneous Aspects of Acid Hydrolysis of α -Cellulose*. Applied Biochemistry and Biotechnology, 1-3, 505-514.
- Zeitsch, K. 2000. *The Chemistry and Technology of Furfural and its Many By-Products*. 1st edition. hal 98-101. Elservier Science: Jerman.
- Zhao, Y., Lu, W.-J., Wang, H.-T. 2009. *Supercritical hydrolysis of cellulose for oligosaccharide production in combined technology*. Chemical Engineering Journal. 150, 411-417.